

IP Flow MobilityのためのNTMobileの拡張

松岡 穂^{†1} 柳瀬 知広^{†2} 田中 久順^{†2} 鈴木 秀和^{†1} 内藤 克浩^{†3} 渡邊 晃^{†1}
^{†1} 名城大学理工学部 ^{†2} 名城大学大学院理工学研究科 ^{†3} 愛知工業大学情報科学部

1 はじめに

スマートフォンのように端末が複数の通信インタフェースを用いて異なるネットワークに同時に接続する場合、フローの種類に応じて通信に使用するインタフェースを切り替える IP Flow Mobility[1] の技術がある。筆者らは移動透過性技術である NTMobile (Network Traversal with Mobility) [2] を拡張して IP Flow Mobility を実現する手法を提案してきた [3]。

本稿では、提案手法を実現するために、既存の NTMobile のモジュール構成および機能の拡張などを行い、システムの再設計について述べる。

2 IP Flow Mobility の概要

IP Flow Mobility は、3GPP (3rd Generation Partnership Project) において議論がされており、通信フローに対してセルラーネットワークと Wi-Fi のどちらを優先して利用するか記載されたルーティングポリシーやネットワークの混雑度などを考慮して、特定の通信フローをオフロードし、ユーザに好ましい QoE (Quality of Experience) を提供する技術である。IP Flow Mobility には、端末に実装を行う端末主導型があり、Mobile IPv6 を利用した手法 [4] がある。

3 提案手法

3.1 概要

提案手法のネットワークアーキテクチャを図 1 に示す。ユーザ所有端末である UE (User Equipment), その通信相手である CN (Correspondent Node) は拡張 NTMobile が実装された NTM 端末である。DC_N (Direction Coordinator) は NTM 端末 *N* が通信に用いる仮想 IP アドレス割り当ておよび管理、トンネル経路指示を行う。RS (Relay Server) は、異なる NAT 配下のプライベートネットワークに属する NTM 端末間の通信など直接通信ができない場合にパケットの中継を行う。UE および CN は LTE 用、Wi-Fi 用のルーティングテーブル (Table LTE, Wi-Fi) を事前に設定しているものとする。UE から CN への通信フローを Flow X, Y とする。

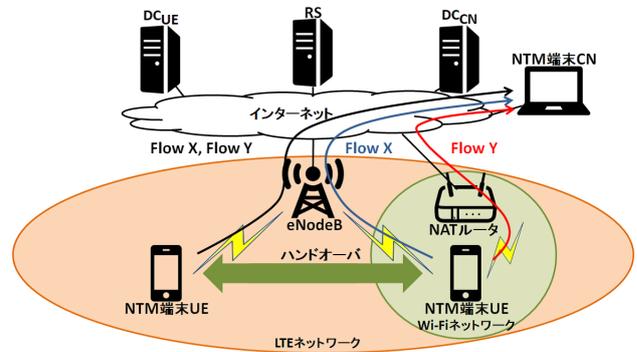


図 1 NTMobile における IP Flow Mobility の概要

ネットワークにおいて不変な仮想 IP アドレスをアプリケーションに認識させてトンネル通信を行う NTMobile を拡張してマルチホーム通信に利用することで、LTE と Wi-Fi 間で通信フローを移動しても通信を継続することが可能となる。

3.2 ハンドオーバーシーケンス

UE は、LTE と Wi-Fi の両方に接続してマルチホームになったとき、LTE と Wi-Fi の RSSI (Received Signal Strength Indicator) および RTT (Round Trip Time) を一定間隔で測定する。それらが閾値より大きい場合、UE は DC_{UE} に対して新たに追加して使用する通信インタフェースで Registration Request を送信して、アドレス追加登録処理を行う。DC_{UE} から Registration Response を受信してアドレス追加登録を完了した UE は、DC_{UE} に対して Direction Request を送信し、トンネル経路指示要求を行う。DC_{UE} からそれぞれ LTE, Wi-Fi インタフェースの両方で Route Direction を受信してトンネル経路指示を受けた UE は、CN に対して LTE, Wi-Fi インタフェースから Tunnel Request を送信して、トンネル構築要求を行う。CN から Tunnel Response を受信してトンネル構築を完了した UE は、ルーティングポリシーを参照して LTE, Wi-Fi インタフェースで構築されたトンネルに対しそれぞれ通信フローを割り当てる。ここでは、Flow X を LTE のトンネルに、Flow Y を Wi-Fi のトンネルに割り当てたものとする。

UE がマルチホームから LTE のみもしくは Wi-Fi のみにハンドオーバーすることを検知した場合は、UE は切断する通信インタフェースで構築されたトンネルの使用停止を CN に通知する。UE は通知完了後、全ての通信フローを継続して使用する通信インタフェースに割り当て、ハンドオーバーを実行する。

An Extension of NTMobile for IP Flow Mobility

Minoru Matsuoka^{†1}, Tomohiro Yanase^{†2}, Hisayoshi Tanaka^{†2}, Hidekazu Suzuki^{†1}, Katsuhiko Naito^{†3} and Akira Watanabe^{†1}

^{†1} Faculty of Science and Technology, Meijo University

^{†2} Graduate School of Science and Technology, Meijo University

^{†3} Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

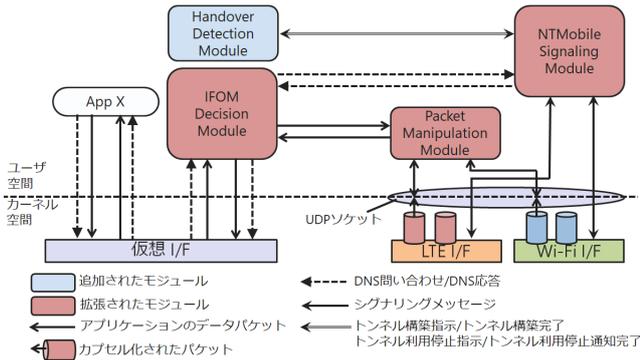


図2 拡張した NTMobile のモジュール構成

4 NTMobile の拡張

4.1 モジュール構成

拡張した NTMobile のモジュール構成を図2に示す。

拡張した NTMobile は Handover Detection Module (以後 HDM), NTMobile Signaling Module (以後 NSM), IFOM Decision Module (以後 IDM), Packet Manipulation Module (以後 PMM) の4つのモジュールで構成される。

HDM は既存の NTMobile に対して追加されたモジュールであり、マルチホーム時に一定間隔で測定した LTE と Wi-Fi の RSSI および RTT からハンドオーバを通信断絶前に検知し、NSM にトンネル構築指示を行うモジュールである。取得した LTE と Wi-Fi の RSSI および RTT が閾値より大きい場合、トンネル追加構築を NSM に指示する。端末がマルチホームから LTE もしくは Wi-Fi のみにハンドオーバする場合、切断する通信インタフェースで構築されたトンネルの利用停止通知を NSM に指示する。

NSM は、NTMobile のシグナリングを行うモジュールであり、HDM の指示を受けて、指定された通信インタフェースで DC へのアドレス登録や CN へのトンネル構築やトンネル利用停止通知を実行することが可能であるように拡張されている。

IDM は仮想 IP パケットをフックし、パケット解析を行い、DNS クエリである場合は NSM にトンネル構築を指示し、アプリケーションのデータパケットである場合は PMM にパケットの送信指示を行うモジュールである。IDM はマルチホーム時において、パケット解析により取得したフロー情報をキーとしてルーティングポリシーを検索し、どの通信インタフェースを使用するか決定し、その決定に基づいたパケットの送信を PMM に指示するように拡張されている。

PMM はトンネルテーブルを参照して、カプセル化パケットの送信および受信処理を行うモジュールである。PMM はマルチホーム時に IDM から指定された通信インタフェースで構築されたトンネルを使用してパケットを送信するように拡張されている。

4.2 ハンドオーバ時のモジュール連携

マルチホーム状態を検知した HDM は LTE と Wi-Fi の RSSI および RTT を一定間隔で測定開始する。それらが閾値より大きいことを検知した HDM は、新たに使用する通信インタフェースによるトンネル追加構築を NSM に指示する。NSM は HDM により指定された通信インタフェースでトンネル追加構築処理を実行する。トンネルの追加構築完了後、各トンネルに通信フローが割り当てられる。IDM はフックしたデータパケットからフロー情報を取得し、それをキーとしてルーティングポリシーを検索し、割り当てる通信インタフェースを決定する。その決定とデータパケットを PMM に渡し、PMM は決定した通信インタフェースで構築されたトンネルをトンネルテーブルから検索し、得られた自身と CN のアドレス情報、暗号化鍵からパケットをカプセル化、暗号化して送信する。受信パケットはデカプセル化され、復号された後、該当アプリケーションに渡される。

RSSI と RTT が閾値以下となったことを検知した HDM は NSM に切断する通信インタフェースで構築されたトンネルの使用停止を送信するように指示する。指示を受けた NSM は継続して使用する通信インタフェースでトンネルの使用停止を CN に通知する。NSM から通知完了を受けた HDM はハンドオーバを行う。

以上のモジュールの構成および機能の拡張により、提案手法を実現できる。

4.3 定性評価

Mobile IPv6 を利用した手法 [4] は、Mobile IPv6 カーネルモジュールとフロー割り当て判断を行う Android アプリケーションを連携して IP Flow Mobility を実現する。一方、提案手法はユーザ空間で NTMobile を拡張することで実現する。これにより、提案手法はカーネル改造を必要とせずに IP Flow Mobility を実現可能である。

5 まとめ

IP Flow Mobility を実現するための NTMobile システムの再設計について述べた。今後は Android スマートフォンに提案手法を実装する予定である。

参考文献

- [1] Giaretta, G.: IP flow mobility and seamless Wireless Local Area Network (WLAN) offload; Stage 2, TS 23.261, 3GPP (2018).
- [2] 上醉尾. 他: 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 10, pp.2288–2299 (2013).
- [3] 松岡. 他: 情報処理学会研究報告 (MBL). Vol.2018-MBL-89, No.3, pp.1-6(2018).
- [4] Verga, N., et al.: Client-based and Cross-Layer Optimized Flow Mobility for Android Devices in Heterogeneous Femtocell/Wi-Fi Networks, Jour. Procedia Computer Science (2014), pp.26-36(2014).